

تأثیر دمای دیواره و طول لوله تخلیه بر نوسانات دما و فشار در احتراق ضربانی

ایمان زحمتکش^۱، آرمان اکبرزاده^۲، حمید ممهدی هروی^۳

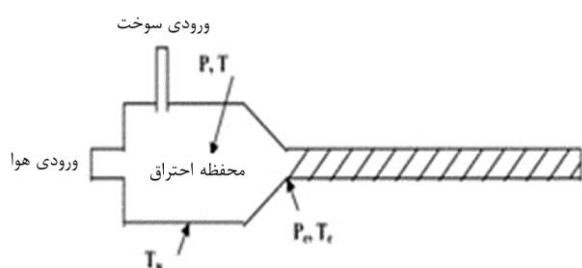
^۱دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه مکانیک، مشهد، ایران Zahmatkesh5310@mshdiau.ac.ir

^۲دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه مکانیک، مشهد، ایران ArmanAkbarzadeh@hotmail.com

^۳دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه مکانیک، مشهد، ایران Momahdedi_Heravii@yahoo.com

مقدمه

محفظه‌های احتراق ضربانی دستگاه‌های ساده‌ای هستند که از شیرهای ورودی سوخت و هوا، محفظه احتراق و لوله تخلیه تشکیل شده‌اند. شکل ۱ طرح شماتیک یک محفظه احتراق ضربانی را نشان می‌دهد [۱].



شکل ۱: طرح شماتیک یک محفظه احتراق ضربانی

در احتراق ضربانی، نخست احتراق مخلوط سوخت و هوا رخ می‌دهد. سپس، محصولات احتراق از طریق لوله تخلیه از محفظه خارج می‌شوند. خروج گازها سبب کاهش فشار محفظه شده که این امر، ورود سوخت و هوای جدید به محفظه احتراق را به دنبال دارد. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که حضور نوسانات دما و فشار در احتراق ضربانی باعث بالا بودن میزان تبادل حرارت در آن می‌شود [۳، ۲]. این به آن علت است که انتقال حرارت جابجایی ناشی از جریان‌های نوسانی بسیار بیشتر از جریان‌های متلاطم پایدار با میانگین عدد رینولدز یکسان می‌باشد [۵، ۴]. فشردگی محفظه‌های احتراق ضربانی، که ناشی از نرخ بالای انتقال حرارت آن‌ها بوده، از یک سو و قابلیت آن‌ها در تامین هوای مصرفی خود بدون نیاز به وسیله خارجی، از سوی دیگر سبب شده که فناوری احتراق ضربانی به طور وسیعی مورد استفاده باشد به گونه‌ای که در سال ۱۹۹۳ شرکت لنوکس بیشتر از یک میلیون مشعل ضربانی را در آمریکا فروخته است [۶].

علیرغم مزایای ذکر شده، فرآیند احتراق ضربانی محدودیت‌هایی را از قبیل وجود صدای ناهنجار در خروجی، طبیعت تخریب‌کننده نوسانات جریان و حساسیت به ترکیبات گازی به همراه دارد به گونه‌ای که از صدای مربوط

به نوسانات فشاری در فرآیند احتراق ضربانی به عنوان مشکلی جدی یاد شده است. البته انتشار این صدای ناهنجار را می‌توان با استفاده از

چکیده

استفاده از احتراق ضربانی مزایای بسیاری دارد که از آن جمله می‌توان به بازده گرمایی بالا، سرعت بالای انتقال حرارت و تولید کم آلاینده‌ها اشاره کرد. یک محفظه احتراق ضربانی دارای ساختاری ساده، قابلیت راه‌اندازی توسط انواع مختلف سوخت‌ها (گاز، مایع و جامد) و هزینه کارکرد بسیار پایین است. در این مقاله به شبیه‌سازی عددی فرآیند احتراق ضربانی سوخت پروپان پرداخته شده است. تاکید اصلی بر روی بررسی تأثیر دمای دیواره و طول لوله تخلیه بر نوسانات دما و فشار در محفظه احتراق می‌باشد. برای این منظور، نتایج محفظه‌هایی با دمای دیواره ۴۰۰، ۶۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۴۰۰ کلوین با یکدیگر مقایسه شده است. علاوه بر این، تأثیر طول لوله تخلیه با مقایسه نتایج لوله‌های تخلیه‌ای با طول‌های ۷۳۸، ۹۴۰، ۱۱۵۰ و ۱۴۴۰ میلی‌متر مورد بررسی قرار گرفته است. حل معادلات با روش رانگ-کوتا مرتبه ۴ بوده که در نرم‌افزار متلب انجام شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که نوسانات دما و فشار در محفظه احتراق ضربانی به شدت به دمای دیواره محفظه و طول لوله تخلیه وابسته می‌باشد. مشخص می‌شود هنگامی که دمای دیواره محفظه پایین است، احتراق ضربانی به تدریج ضعیف شده و سپس خاتمه می‌یابد. در مقابل، نوسانات دمایی و فشاری بسیار کمی در محفظه با دمای دیواره زیاد مشاهده می‌شود. همچنین مشخص می‌شود هنگامی که دمای دیواره محفظه احتراق بالاست، طول لوله تخلیه تأثیر قابل توجهی بر دامنه نوسانات دمایی و فشاری به همراه ندارد.

واژه‌های کلیدی

احتراق ضربانی - لوله تخلیه - انتقال حرارت - حل عددی